



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E DE ALIMENTOS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS
ATRAVÉS DE ANÁLISE DE PERFIL DE TEXTURA
(TPA) NA SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA POR *BLEND*
DE FIBRAS EM SALSICHAS DE FRANGO**

FELIPE FACIN

Florianópolis

2017

Felipe Facin

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS ATRAVÉS DE
ANÁLISE DE PERFIL DE TEXTURA (TPA) NA SUBSTITUIÇÃO
DE GORDURA POR *BLEND* DE FIBRAS EM SALSICHAS DE
FRANGO**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Programa de Graduação
em Engenharia de Alimentos da
Universidade Federal de Santa
Catarina como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia
de Alimentos.

Orientador: Prof Dr César Damian

Co-orientadora: M^a. Sandra Vasquez

Florianópolis

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do
Programa de Graduação Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Felipe Facin

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS ATRAVÉS DE
ANÁLISE DE PERFIL DE TEXTURA (TPA) NA SUBSTITUIÇÃO
DE GORDURA POR *BLEND* DE FIBRAS EM SALSICHAS DE
FRANGO**

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado para obtenção do título de “Bacharel em Engenharia de Alimentos”, e aprovado em sua forma final pelo Programa de Graduação de Engenharia de Alimentos.

Florianópolis, 31 de julho de 2017

Prof^a. Dr. Marcelo Lanza
Coordenador do Curso
Universidade Federal de Santa Catarina

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. César Damian
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Alexsandra Valério, Dr^a
Universidade Federal de Santa Catarina

Mara Cristina Picoli Zenevicz, Dr^a.
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que tornaram possível o sonho de estudar em uma instituição de qualidade. As minhas irmãs Fernanda e Mariana, que desde o início me incentivaram a buscar meus objetivos. Eu amo todos vocês.

Ao Professor Cesar Damian que me estimulou a realizar este trabalho. Obrigada pelas conversas e orientações.

À Sandra Milena Vasquez, pela excelente co-orientação. Seus questionamentos e sugestões foram de grande valia para a concretização deste trabalho.

Aos meus amigos Leandro, Celso, Gabriela, Bianca, Júlia, Jéssica e Maria Emília que sempre estiveram presentes durante todos esses anos de graduação e continuam fazendo parte da minha vida. Aos amigos que fiz no decorrer do percurso e que sempre serão lembrados.

À Juliana, Camila e Caroline, pelo companheirismo e cumplicidade em todas as horas e por ter tornado meus dias mais leves.

Aos amigos que fiz durante o período em que participei do POLISSOL, AIESEC e do meu programa de intercâmbio. Muito obrigada por todo aprendizado. Foram experiências que colaboraram significativamente para minha formação pessoal e acadêmica.

RESUMO

O aumento na procura por alimentos com baixo teor de gordura e a necessidade de ter dietas mais saudáveis leva à pesquisa e ao desenvolvimento de novos produtos. As fibras são compostos funcionais e têm sido aplicadas em vários alimentos devido as suas propriedades funcionais, como: retenção de água e agentes substitutos de gordura, o que torna interessante avançar no conhecimento da aplicação de fibras em embutidos e outros derivados cárneos. Para isso foram selecionadas as fibras: inulina, goma arábica e microcelulose. Tendo isso em vista, este trabalho tem como objetivo substituir a gordura por um *blend* de fibras e avaliar as propriedades de textura de salsichas, preparados através de diferentes formulações definidas pelo *software* Statistica, comparando com a amostra controle de referência. Para atingir este objetivo foi utilizada a técnica de TPA para determinação dos parâmetros de textura bem como de análise físico química para determinação de cor e análise de perdas na cocção. Os parâmetros como a dureza e adesividade não apresentaram diferença significativa, porém os parâmetros de elasticidade e mastigabilidade apresentaram diferença significativa entre as amostras, assim como os resultados de cor e perdas por cocção não apresentaram diferença significativa.

Palavras-chave: Adição de fibras; TPA; redução de gordura.

ABSTRACT

The increase of the demand for low-fat foods and the need for healthier diets leads to research and development of new products. The fibers are functional compounds and have been applied in several foods due to their functional properties, such as: water retention and fat substitutes, which makes it interesting to advance the knowledge of fiber application in sausages and other meat products. For this, the fibers were selected: inulin, gum arabic and microcellulose. The aim of this work is to replace fat with a blend of fibers and to evaluate the texture properties of sausages prepared using different formulations defined by the Statistica software, as compared to the reference control sample. To achieve this objective, the TPA technique was used to determine texture parameters as well as physical chemical analysis for color determination and cooking loss analysis. Parameters such as hardness and adhesiveness did not present a significant difference, but the parameters of elasticity and chewing presented the significant difference between samples, as well as color results and cooking losses did not present a significant difference.

Keywords: Addition of fibers; TPA; Reduction of fat.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma de preparo de salsicha	29
Figura 2. Classificação da fibra dietética de acordo com as propriedades de solubilidade, viscosidade e fermentabilidade	34
Figura 3. Exemplo de curva força-tempo da análise de TPA em dupla compressão	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Componentes da fibra alimentar e suas principais fontes	33
Tabela 2. Misturas de fibras utilizadas na formulação	45
Tabela3. Formulação de emulsão bases para salsichas de frango.....	46
Tabela 4. Resultado das médias das análises de textura (1V a 9C) com o controle.....	49
Tabela 5. Resultado das médias das análises de textura (1V a 9C) com o controle.....	50
Tabela 6. Resultado das médias dos parâmetros de cor (1V a 9C) com o controle.....	51
Tabela 7. Resultado das médias das perdas por cocção dos tratamentos (1V a 9C) com o controle	52

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

mg – miligrama

g – grama

kg – kilograma

mm – milímetro

m – metro

s – segundo

min – minuto

mL – mililitro

N – Newton

° C – graus Celsius

pH – potencial hidrogênionico

PVC – policloreto de polivinila

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

RIISPOA – Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal

TPA – *Texture Profile Analysis*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. OBJETIVOS	21
2.1 Objetivo Geral.....	21
2.2 Objetivos Específicos	21
3. REVISÃO DE LITERATURA	22
3.1 Produção e consumo de embutidos cárneos.....	22
3.2 Emulsão carne.....	23
3.3 Salsicha	24
3.3.1 Ingredientes tradicionais na elaboração da salsicha ...	25
3.3.2 Forma de elaboração tradicional da salsicha	28
3.4 Fibras Alimentares (F.A)	31
3.4.1 Classificação das Fibras Alimentares	33
3.4.2 Fibras Insolúveis (F.I)	35
3.4.3 Fibras Solúveis (F.S).....	36
3.5 Ingredientes Funcionais como substitutos de gordura	40
3.6 Medidas de qualidade em embutidos cárneos	41
4. MATERIAIS E MÉTODOS	43
4.1 Materiais	43
4.2 Matérias-primas	43
4.2.1 Elaboração da emulsão base.....	44
4.4 Perdas por Cocção (rendimentos)	47
4.5 Análises do Perfil de Textura (TPA).....	47
4.6 Análise de cor	48
4.7 Análise estatística.....	48
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
6. CONCLUSÕES.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1. INTRODUÇÃO

Emulsões cárneas, como salsichas e mortadelas são produtos finamente triturados e cozidos composto por água, proteínas musculares, partículas de gordura, sal e pequenas quantidades de ingredientes não cárneos, onde as proteínas da carne servem como emulsificante natural. Neste grupo de produtos de carne processada, a concentração de gordura e proteína e suas interações químicas, especialmente as que ocorrem durante o processo de emulsificação, exercem um forte impacto sobre a qualidade produto, como a estabilidade da emulsão e a oxidação de lipídeos. De acordo com Barbut (1998) *apud* GEMA NIETO *et al*, (2014), a estabilização de gordura durante o corte é devido à formação de uma película protéica em torno das partículas de gordura que permite reter gordura dentro da matriz protéica.

O mercado de produtos cárneos cozidos prontos para o consumo tem se expandido rapidamente nos últimos anos, por isso tornou-se o principal forma de comercialização de produtos de carne para muitos países. Ao mesmo tempo, o interesse do consumidor no desenvolvimento de produtos de carne cozida, usando diferentes tipos de carne (carne de porco, carne bovina, aves) e aplicação de novas tecnologias e formulações, voltada principalmente para relatar efeitos benéficos sobre a saúde, também está crescendo. (DOLORES ROMERO DE ÁVILA *et al*, 2014).

Segundo SCHIMELE *et al*, (2015), os produtos emulsificados, no entanto, têm sido criticados devido à seu alto teor de sódio, baixo teor de fibra e alto nível de gordura animal em várias formulações (20 e 30 g / 100 g), sendo muitas vezes considerado prejudiciais à saúde.

O aumento da demanda por produtos com baixo e/ou reduzido teor de gordura e a necessidade de ter dietas mais saudáveis, tem levado ao desenvolvimento de novos produtos para substituir a gordura na formulação. Isso representa uma oportunidade considerável para agregar valor aos produtos de carne processada pela adição de novos ingredientes, aditivos, apontando para produtos mais saudáveis. (SCHIMELE *et al.*, 2015).

Segundo Jiménez Colmenero *et al.*, (2012), os compostos funcionais são uma excelente oportunidade na indústria da carne para o desenvolvimento de produtos com propriedades benéficas para a saúde e de alto valor agregado. Porém, as modificações na fabricação ou nas matérias primas utilizadas podem afetar a qualidade dos produtos cárneos e, em particular, vários atributos texturais tais como dureza, coesividade, elasticidade e adesividade (HERRERO *et al.*, 2008 *apud* DOLORES ROMERO DE ÁVILA *et al.*, 2014). Nesse sentido, a análise de perfil de textura, TPA (Teste de Compressão), é um dos mais utilizados para avaliar os atributos texturais da carne e dos produtos cárneos (BRUNA *et al.*, 2000; *apud* DOLORES ROMERO DE ÁVILA *et al.*, 2014).

As fibras são compostos funcionais associadas à diminuição de doença cardiovascular (WANG *et al.*, 2014) e diabetes (FOSCHIA *et al.*, 2015) e têm sido aplicadas em vários alimentos devido a suas propriedades funcionais, como: retenção de água e aumento da viscosidade (LYLY *et al.*, 2004), e como substitutos de gordura (PIÑERO *et al.*, 2008). A incorporação de fibra alimentar pode resultar em alimentos saudáveis, com baixo teor calórico e baixo teor de colesterol e gordura (ELLEUCH *et al.*, 2011) o que torna interessante avançar no conhecimento da aplicação da fibra em embutidos e outros derivados cárneos.

O presente trabalho visa a utilização de várias misturas de fibras como substituto de gordura em produtos cárneos, avaliando os efeitos que este composto funcional tem sobre salsichas de frango, aumentando as possibilidades de uso das fibras em produtos cárneos com apelo saudável.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Avaliar os efeitos da adição de fibras alimentares em salsichas de frango a partir da modelagem de mistura

2.2 Objetivos Específicos

- Definir as matérias primas a utilizar e a composição final das salsichas de frango;
- Identificar as diferentes combinações de fibras alimentares a partir da modelagem de mistura;
- Incorporar as diferentes misturas de fibras alimentares nas salsichas de frango, como substituto de gorduras;
- Avaliar os efeitos da incorporação das fibras nas propriedades tecnológicas das salsichas de frango;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Produção e consumo de embutidos cárneos

Em 2015, o Brasil assumiu o posto de segundo maior produtor mundial de carne de frango, ultrapassando a China. A produção brasileira de frango em 2014 e 2015 foi de 12,69 milhões de toneladas e 13,14 milhões de toneladas respectivamente. As exportações atingiram 8.084,9 milhões de toneladas em 2014 e 7.167,8 milhões de toneladas em 2015, apresentando uma queda das exportações. Mesmo apresentando um déficit na venda a receita ficou maior, apresentando valores de 4.099,0 milhões de US\$ em 2014 e 4.304,1 milhões de US\$ em 2015. O consumo per capita de carne de frango em 2014 totalizou 42,78 kg/hab. Somente 1,8% dos embutidos foram comercializados no mercado externo em 2015, logo o mercado interno torna-se seu maior consumidor. (UBABEF, 2016)

Segundo Oliveira (2012), na atualidade, em função da escassez do tempo, é cada vez mais evidente a busca por alimentos de preparo rápido. Esse contexto tem favorecido a industrialização e o consumo de produtos alimentícios que não demandem muito tempo de preparo. Prova disso, os produtos cárneos industrializados tornaram-se opção crescente entre a população.

Entre 2000 e 2008, enquanto o Produto Interno Bruto (PIB) do país acumulou alta de 38,8%, segundo dados do IBGE, o volume de frios e embutidos vendidos subiu 67,6%. (HUE. Cho 2012).

3.2 Emulsão cárnea

Segundo Ordoñez (2005), uma emulsão cárnea pode ser considerada uma mistura na qual os constituintes da carne, finamente divididos dispersam-se de modo análogo a uma emulsão de gordura em água; a fase dispersa é (descontínua) gordura, e a fase contínua é constituída por uma solução aquosa de sais e proteínas, com proteínas insolúveis em suspensão, porções de fibras musculares ainda dentro do sarcolema e restos de tecido conjuntivo.

O emulsificante, também chamado de surfactante, é utilizado para prover estabilidade coloidal às partículas de polímero, sendo composto por uma longa cadeia hidrocarbonatada de natureza hidrofóbica com uma extremidade hidrofílica. (Hirota et al, 2004).

Os principais agentes emulsificantes nas emulsões carneas, são as proteínas solúveis em soluções salinas (proteínas miofibrilares). As proteínas sarcoplasmáticas e as do estroma (solúveis em água) não tem capacidade de emulsificar a gordura (ORDOÑEZ, 2005).

As proteínas miofibrilares, fundamentalmente a miosina, devido ao seu caráter polar atuam, como ponte de ligação entre água e a gordura; tendem a colocar-se na interfase água/gordura com sua parte hidrofóbica voltada para a gordura e a parte hidrófila para a água; associam-se umas às outras formando na superfície da gota de gordura uma matriz protéica ou película dotada de viscoelasticidade que lhe confere resistência mecânica relacionada diretamente com a concentração de proteína por unidade de área. A área-limite para que exista essa resistência é conhecida com o nome de área superficial crítica e, acima dela, a membrana perde sua resistência mecânica (ORDOÑEZ, 2005).

A eficácia emulsificante das proteínas e, em última análise, a estabilidade da emulsão cárnea depende tanto do pH da carne como da quantidade de sal empregada na formulação. Se o pH situa-se acima de 5,7 e o conteúdo de sal supera a concentração de 0,5M (4% aproximadamente), seja separadamente ou em combinação, melhora-se a eficácia das proteínas miofibrilares. Por isso, para preparar as emulsões cárneas os fabricantes picam junto as carnes, o gelo ou a água, o sal, as especiarias e os agentes de cura. A água e o sal adicionados formam uma salmoura que contribui para a dissolução das proteínas miofibrilares e, conseqüentemente, para a estabilização da emulsão, obtendo-se a textura particular de um emulsificado. A quantidade de proteína extraída depende, entre outros fatores, do tempo e da temperatura usados para diminuir o tamanho de partículas até formar uma emulsão. Para conseguir a máxima estabilidade, costuma-se trabalhar a temperaturas que oscilam entre 3 e 11°C (ORDOÑEZ, 2005).

A estabilidade da emulsão cárnea depende da temperatura, tamanho das gotas de gordura, pH, estado e tratamento de carne após o abate, pré-mistura, quantidade e tipo de proteína e viscosidade da emulsão.

3.3 Salsicha

Segundo a Legislação brasileira (BRASIL, 2000), entende-se por salsicha o produto cárneo industrializado, obtido da emulsão de carne de uma ou mais espécies de animais de açougue, adicionados de ingredientes, embutido em envoltório natural, ou artificial ou por processo de extrusão, e submetido a um processo térmico adequado. Trata-se de um produto cozido. A classificação leva em consideração a composição da matéria-prima e as técnicas de fabricação.

A salsicha de carne de ave pode ser composta por carne de ave e carne mecanicamente separada de ave, no máximo de 40%, miúdos comestíveis de ave e gorduras. O emprego de miúdos e vísceras comestíveis fica limitado no percentual de 10%, utilizados de forma isolada ou combinada. Permite-se a adição de proteínas não cárneas de 4,0% (max.), como proteína agregada.

3.3.1 Ingredientes tradicionais na elaboração da salsicha

A seleção dos ingredientes pode ser considerada a etapa mais importante no processo de elaboração de qualquer produto cárneo, visto que as características sensoriais finais dependerão de sua natureza e proporção (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A água constitui quantitativamente o ingrediente mais importante dos embutidos cozidos, pode ser adicionada na forma fluída, melhorando a maciez e a suculência, ou na forma sólida (gelo), para manter a baixa temperatura do produto durante a emulsificação (GUERREIRO, 2006). De acordo com o RIISPOA (parágrafo 1º, do Art. 376), a percentagem de água ou gelo a ser acrescentada não deve ultrapassar 10% (BRASIL, 1962).

A gordura, outro relevante componente, é responsável por proporcionar características desejáveis de suculência, sabor e aroma aos embutidos, contribuir com a suavidade e brilho do produto, e facilitar o desprendimento do envoltório antes do consumo (SHIMOKOMAKI et al., 2006), o teor utilizado não deve ultrapassar o limite máximo de 30% em salsichas (BRASIL, 1962).

A proteína de soja, também denominada de ingrediente ligante, contribui tanto para ligar a água como a gordura, proporcionando

estabilidade à emulsão, o que resulta na maior qualidade do produto final. Permite-se a adição de proteínas não cárneas em até 4,0% na formulação de salsichas (BRASIL, 2000), onde se utiliza a proteína isolada, a proteína concentrada ou a proteína texturizada de soja desde que, esta última esteja na sua forma hidratada (GUERREIRO, 2006).

O amido ou a fécula, classificado como substância de enchimento, é outro componente amplamente utilizado em embutidos cárneos devido a sua capacidade de formar gel quando submetido ao calor. Embora tenha baixa atividade emulsificante, atua no aumento do rendimento, na melhora da textura do produto e retém grande quantidade de água (PARDI et al, 2007; OGAWA; MAIA, 1999). Pela legislação vigente pode-se utilizar até 5% nos produtos cárneos em geral, 10% em patês e 2% em salsichas (BRASIL, 2000).

Segundo Ordoñez (2005), O cloreto de sódio é um componente básico de todas as misturas de cura, sendo o único absolutamente necessário. Além de potencializar o sabor, atua desidratando e modificando a pressão osmótica, o que inibe o crescimento microbiano e, portanto, limita a alteração bacteriana. O Sal extrai e solubiliza as proteínas miofibrilares para que essas realizem a emulsão ou encapsulamento da gordura. (CANHOS & DIAS, 1983). Alguns autores apontam que o mínimo de sal utilizado, para que se obtenha uma perfeita emulsão em salsichas é de 1,3%, outros já afirmam que para uma emulsão cárnea adequada deve-se adicionar 2%, embora 3% sejam mais eficientes (MATULIS et al., 1995; PARDI et al., 2007).

Os nitratos estabilizam a cor da carne curada. Normalmente utilizam-se nitratos sódicos e potássicos. Os nitritos fixam mais rapidamente

a cor, requerendo-se quantidades menores do que de nitratos. Os nitratos e nitritos, à margem da estabilização da cor, exercem outros efeitos não menos importantes; suas funções são:

- (a) estabilizar a cor;
- (b) contribuir para desenvolver o aroma característico da carne curada;
- (c) inibir o crescimento de algumas bactérias, especialmente o *Clostridium botulinum*;
- (d) retardar o desenvolvimento da rancificação

A ação antimicrobiana dos nitratos é dirigida fundamentalmente contra bactérias anaeróbias. (ORDÓNEZ, et al., 2005). A legislação brasileira permite níveis de, no máximo, de 0,015g/100g de nitrito, 0,03g/100g de nitrato sobre o peso do produto final, embora não estabeleça limites para o uso de antioxidantes como sais eritorbato e ascorbato de sódio (ANVISA, 1998).

O polifosfato de sódio atua como estabilizante de emulsão aumentando o potencial zeta conferindo a carne uma maior suculência e maciez. Ocorre um pequeno aumento de pH quando esse é adicionado de acordo com a legislação, fazendo com que o efeito de repulsão entre as micelas de gordura se eleve e afastando as proteínas do seu ponto isoelétrico. O polifosfato deve ser adicionado antes do sal para que não ocorra precipitação (CANHOS & DIAS, 1983). A legislação brasileira permite níveis de, no máximo, 0,3g/100g de fosfato (ANVISA, 2001)

A goma e o amido atuam como espessantes e estabilizantes de emulsão. A goma é utilizada, principalmente como inibidor de cristalização, ou seja, evita a formação de cristais excessivamente grandes durante o

congelamento e assim impedindo que haja a exsudação de fluido (CANHOS & DIAS, 1983).

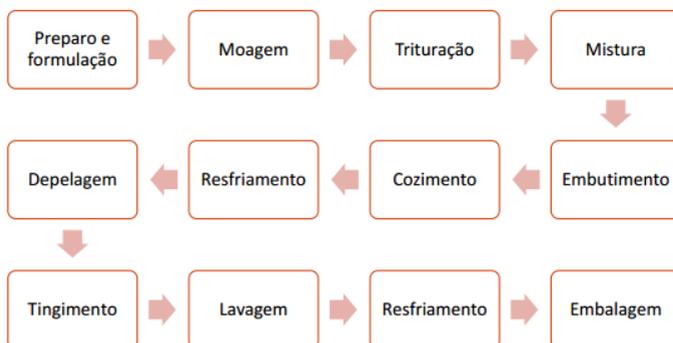
O ácido ascórbico e o isoascórbico o ácido eritórbico, são usados normalmente como coadjuvantes de cura. Originalmente eram usados para melhorar a cor da carne: sua ação parece residir em sua capacidade para reduzir a metaloglobina a mioglobina e em potencializar a produção óxidos a partir de nitritos. Os dois mecanismos ajudam no desenvolvimento e na estabilização da cor da carne. Normalmente são adicionados entre 0,03 a 0,07% de ácido ascórbico. Também possui efeitos bloqueadores sobre a formação de N-nitrosaminas e efeitos no aroma e no sabor. (ORDOÑEZ, 2005).

Os condimentos e especiarias como cravo, canela, pimenta, cebola, mostarda, gengibre, alho, alecrim, manjerona, dentre outros, têm a finalidade de fornecer sabor e odor aos embutidos, e atuar como antioxidantes e bactericidas. Encontram-se distribuídos de acordo com as peculiaridades desejadas no produto a ser desenvolvido, e normalmente são utilizados pelas indústrias cárneas na forma de *blends* (NEGBENEBOR; GODIYA; IGENE, 1999; PARDI et al., 2007).

3.3.2 Forma de elaboração tradicional da salsicha

A produção de salsicha envolve basicamente as seguintes etapas (CANHOS & DIAS, 1983):

Figura 1. Fluxograma na elaboração de salsicha



Durante o processo de trituração da carne magra que ocorre no *cutter*, há a adição de sais para solubilizar a proteína cárnea, seguido de adição de condimentos e gelo até obter uma emulsão, processo o qual deve ser feito em aproximadamente cinco minutos. Em seguida é adicionado a carne gorda e toucinho, e a trituração deve ocorrer a temperaturas menores de 15°C (CANHOS & DIAS, 1983).

Após a trituração e mistura, a massa é embutida manual ou automaticamente em tripas artificiais. A salsicha é lavada, para retirar excesso de carne, e pendurada em gaiolas para sofrer o processo de cozimento (CANHOS & DIAS, 1983).

O cozimento das salsichas pode ser em estufas ou cozimento a vapor. Para o primeiro método, as salsichas são condicionadas em uma estufa na qual há injeção de fumaça para manter a temperatura do meio a 60°C por meia hora. A temperatura é aumentada para 70°C e é mantida durante mais meia hora. Para o cozimento, corta-se o suprimento de fumaça, aumenta-se a temperatura para 80°C durante quinze minutos ou até a

temperatura interna do produto atinja 63°C. Segundo Olivo, R., (2006), o ritual de cozimento inicia com aquecimento suave (60°C/30 min), seguido de aumento de temperatura até que o produto atinja 73°C no interior. No método pelo cozimento a vapor, a salsicha passa primeiramente pelo processo de defumação e o seu cozimento pode ser feito em estufa ou num cozedor a vapor (CANHOS & DIAS, 1983).

Durante o cozimento, acontece a geleificação das proteínas com importantes consequências na estabilidade da massa carnea. Segundo OLIVO, R (2006), com o tratamento térmico, ocorre a desnaturação das proteína as quais participam de interações proteína- proteína, formando uma malha gelificada mais ou menos firme que irá reter as partículas de gordura, água e demais constituintes do sistema.

Depois de ocorrer o cozimento da salsicha ela sofre o processo de resfriamento que consiste num banho de água fria até a temperatura interna atingir 40°C e deixar secar superficialmente (CANHOS & DIAS, 1983). A temperatura deve atingir 16°C no interior do produto e se realizar no menor tempo possível (OLIVO, R., 2006).

A depelagem ocorre apenas para produtos embutidos com tripa artificial. Este processo ocorre em uma máquina automática, na qual deve-se ajustar a lâmina de modo a cortar a tripa da forma mais precisa, evitando cortes no produto (CANHOS & DIAS, 1983).

Após a depelagem, as salsichas são levadas a um banho spray quente e em seguida a um tanque de tingimento com corante urucum. Em seguida, elas são colocadas em tanques contendo solução de água, ácido fosfórico e sal, para fixar cor e aumentar a densidade (CANHOS & DIAS, 1983).

Antes de serem embaladas, as salsichas são lavadas e pesadas, condicionadas em caixas de PVC e mantidas em câmaras de resfriamento (5-7°C) (CANHOS & DIAS, 1983).

3.4 Fibras Alimentares (F.A)

De acordo com a American Association of Cereal Chemistry (AACC, 2001), fibra alimentar pode ser definida como a parte comestível de plantas ou carboidratos análogos, que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. Incluem também polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina substâncias associadas a vegetais.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a fibra alimentar é definida como qualquer material comestível, consumido normalmente como componente de um alimento, que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano. Esta alegação pode ser utilizada desde que a porção do produto pronto para consumo forneça no mínimo 3g de fibras se o alimento for sólido ou 1,5g de fibras se o alimento for líquido. (BRASIL, 2008).

Segundo (GIUNTINI, 2011), os diversos componentes da FA são encontrados principalmente entre os vegetais, como cereais, leguminosas, frutas, hortaliças e tubérculos. Os principais componentes da FA, como polissacarídeos não amido, oligossacarídeos, carboidratos análogos (amido resistente e maltodextrinas resistentes, obtidos por síntese química ou enzimática), lignina, compostos associados à FA e fibras de origem animal estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Componentes da fibra alimentar e suas principais fontes.

Componentes	Principais grupos	Principais fontes
Polissacarídeos 2 não amido	Celulose	Parede celular de plantas: vegetais, farelos e resíduos de beterraba obtido na produção de açúcar
	Hemicelulose	Arabinogalactanos, β glicanos, arabinoxilanos, glicuronoxilanos, xiloglicanos, galactomananos: parede celular de vegetais, aveia, cevada
	Gomas e mucilagens	Galactomananos, goma guar e goma locusta: extratos de sementes. Goma acácia, goma <i>karaya</i> , goma tragacante: exsudatos de plantas. Alginatos, agar, carragenanas, goma <i>psyllium</i> : polissacarídeos de algas
	Pectinas	Frutas, vegetais, legumes, batata, resíduo de beterraba obtido na produção de açúcar
Oligossacarídeos	Frutanos Inulina, fruto-oligossacarídeo	chicória, <i>yacón</i> , alho, cebola
Carboidratos análogos	Amido resistente e maltodextrinas resistentes	Várias plantas: leguminosas, milho, batata crua, banana verde. Fontes de amido gelatinizado e resfriado/congelado
	Sínteses químicas	Polidextrose, lactulose, derivados de celulose (metilcelulose, hidroxipropilmetilcelulose)

	Sínteses enzimáticas	Fruto-oligossacarídeos, levano, goma xantana, transgalactooligossacarídeos, xilooligossacarídeos, goma de guar hidrolisada
--	----------------------	--

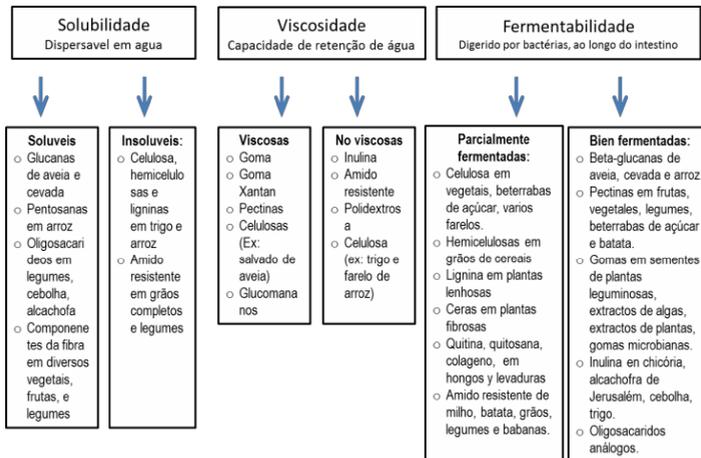
Fonte: (GIUNTINI, 2011)

3.4.1 Classificação das Fibras Alimentares

A classificação das fibras alimentares pode variar amplamente de acordo com a origem biológica (plantas, animais, algas, fungos, bactérias ou fontes sintéticas); as características químicas (tipo de ligações e extensão das cadeias químicas); as características físicas (solubilidade e viscosidade) e as características fisiológicas (referidas à sua taxa de digestão, fermentação e efeitos no metabolismo) (EL KHOURY et al., 2012).

Em uma atualização pela Comissão Nacional de Nutrição da associação canadense de diabetes (Canadian Diabetes Association) foi proposto um esquema para a classificação das fibras tendo em conta aspectos de solubilidade, viscosidade e de fermentação (LI; UPPAL, 2010). Esta classificação é representada na Figura 2.

Figura 2. Classificação da fibra dietética de acordo com as propriedades de solubilidade, viscosidade e fermentabilidade.



Fonte: Adaptado de (LI; UPPAL, 2010)

Fibras dietéticas podem ser usadas em produtos alimentares processados, não só para incrementar o teor de carboidrato não digestível, mas também para colaborar com a viscosidade, a textura, as características organolépticas e a vida de prateleira de produtos alimentares. Muitos subprodutos da indústria de alimentos são ricos em fibras e podem servir como fonte de fibra para incorporação em alimentos processados. São exemplos de subprodutos os resíduos de frutas e indústria de cereais que podem ser utilizados para substituição de farinha e gordura, melhora da retenção de água e emulsão de óleo. Deve-se destacar que existe uma variação de incorporação máxima de fibra em diferentes produtos, pois excesso de fibra pode trazer alterações indesejáveis na cor e textura dos alimentos (MUDGIL; BARAK, 2013).

A interação entre fibras solúveis e outros componentes dos alimentos também apresenta potencial de influenciar na digestibilidade do amido, fibras solúveis podem reduzir a glicemia, diminuindo a absorção de carboidratos no intestino através de aumento da viscosidade (KACZMARCZYK et al., 2012).

As dietas ricas em fibras solúveis levam ao aumento da saciedade e diminuição na ingestão voluntária de alimentos, isso devido ao retardamento do esvaziamento gástrico e a absorção de glicose em virtude da viscosidade no conteúdo luminal do trato gastrointestinal (BAIK; ULLRICH, 2008; MIRA et al., 2009).

3.4.2 Fibras Insolúveis (F.I)

Compõe esta categoria a celulose, hemicelulose, lignina e amido resistente (ELLEUCH et al., 2011; MUDGIL; BARAK, 2013), podem ser encontrados em alimentos de origem vegetal pelo fato de a parede celular conter fibras não digeríveis no trato gastrointestinal humano. Legumes, cereais e alimentos integrais são fontes de fibra dietética (LUNN; BUTTRISS, 2007).

As fibras insolúveis são caracterizadas pela porosidade, baixa densidade, capacidade para aumentar a produção fecal e diminuir o tempo de trânsito intestinal (ELLEUCH et al., 2011; MANN; CUMMINGS, 2009). Para que as fibras insolúveis provoquem redução do colesterol, é necessário ser adicionado em grandes quantidades, bem como ser rapidamente fermentável. Em contrapartida, a inclusão de componentes que fermentam lentamente, como amidos resistentes, pode trazer melhorias na função do intestino (LUNN; BUTTRISS, 2007).

3.4.3 Fibras Solúveis (F.S)

As fibras alimentares solúveis incluem substâncias pécticas, gomas, mucilagens, alginatos, β -glucanas (ELLEUCH et al., 2011). As algas e subprodutos de frutos parecem ser fontes ricas em fibras solúveis, seguida de fruta, legumes e cereais (CUMMINGS; STEPHEN, 2007; ELLEUCH et al., 2011).

Quando avaliadas as propriedades funcionais de fibras, observa-se que a fração solúvel demonstra uma maior capacidade para proporcionar a viscosidade, formar géis e atuar como emulsificante, sem alterar a textura e o gosto do alimento, sendo assim, apresenta maior facilidade para ser incorporada em alimentos processados e bebidas (ELLEUCH et al., 2011). Quanto ao grau de fermentação, fibras solúveis são altamente fermentadas quando comparadas com fibras insolúveis, esta propriedade, juntamente com a alta viscosidade, pode ter um papel importante em alguns efeitos fisiológicos da fibra (MUDGIL; BARAK, 2013). Também são especialmente importantes na redução dos níveis de colesterol no sangue e índice glicêmico (BAIK; ULLRICH, 2008; BARSANTI et al., 2011; DICKIN et al., 2011; WOOD, 2007), além de contribuir com o sistema imunológico, prevenir doenças como o câncer (BARSANTI et al., 2011; YOON et al., 2013)

A aplicabilidade de fibras solúveis como ingrediente alimentar é amplamente considerada com duplo propósito: aumentar o teor de fibra em alimentos para gerar benefícios à saúde e melhorar as propriedades funcionais ou tecnológicas de produtos (IZYDORCZYK; DEXTER, 2008; EL KHOURY et al., 2012; MUDGIL; BARAK, 2013).

Inulina

A inulina (IN) é uma fibra solúvel, formada por unidades de frutose unidas por ligações lineares com uma unidade de glicose terminal, podendo ser encontrada em várias plantas como reserva energética, especialmente na chicória (MEYER et al., 2011).

Essa fibra é amplamente distribuída na natureza como composto de reserva dos vegetais (NINESS, 1999). Sua extração é feita a partir da raiz da chicória, que juntamente com alcachofra de Jerusalém, constituem as maiores fontes de inulina.

A raiz de chicória contém até 70% de inulina em matéria-seca, outros alimentos como alho, cebola e aspargos também contêm um elevado conteúdo deste frutano (GIBSON; ROBERFROID, 1995).

Algumas pesquisas avaliaram a adição de inulina em diferentes produtos alimentícios, e não observaram diferença significativa na análise sensorial, apesar de influenciar algumas propriedades de textura das amostras (DEVEREUX et al., 2003; GARCÍA, CÁCERES e SELGAS, 2006; HUANG, TSAI e CHEN, 2011).

Em recente estudo, Nowak e colaboradores (2007), observaram a redução de até 47,5 % no teor calórico de salsichas, com substituição parcial da gordura por inulina (12 %). Além da redução calórica, relatou-se menor fraturabilidade, maiores dureza e adesividade e coloração mais escura do produto. Os pesquisadores reforçaram a hipótese de que os efeitos negativos da adição de inulina foram reduzidos devido à substituição do citrato por fosfato.

A adição de inulina, na forma de gel ou em pó, em *batters* cárneas com reduzido teor de gordura foi avaliada por Álvarez e Barbut (2013). Eles observaram que a adição de inulina na forma de pó promoveu melhor estabilidade da emulsão, quando comparado com a inulina na forma de gel, além de maior dureza e fraturabilidade. Todavia, os sistemas emulsionados que continham inulina adicionada sob a forma de gel, apresentaram-se com maior cremosidade e maior maciez. Adicionalmente, a substituição de parte da gordura por inulina em formulações de salsichas promoveu perfil mais saudável no produto, com a inulina permanecendo estável durante o processamento e após o tratamento térmico. O aumento na concentração desta fibra adicionada promoveu menor perda por cozimento, e melhorou a estabilidade do produto, a textura e a qualidade sensorial, quando comparado com as formulações controle (KEENAN et al., 2014).

Goma Arábica

Gomas são exsudados naturais de tronco, galhos e frutos de árvores devido à cisão, (incidental ou deliberada) ou infecção fúngica. Eles são usados em alimentos (Glicksman, 1982; Salve, 2011; Walker, 1984), farmacêutica e muitas outras indústrias (FAO, 1996). Gomas são hidrocolóides polissacarídeos (Williams e Phillips, 2000). O tipo de goma mais utilizado é o goma arábica (GA) obtida a partir de *Acacia senegal* va.

A vasta utilização de GA é devido à sua elevada solubilidade e baixa viscosidade comparada com outros polissacarídeos, a sua boa característica emulsionante, e sua natureza não tóxica. Outros tipos de gomas podem ser utilizados como um substituinte de GA após o estudo das suas propriedades físico-químicas e funcionalidades (Taha et al., 2012). Gomas de diferentes espécies de *Acacia* expostas, intrinsecamente,

apresentam características diferentes. Mesmo as gomas de diferentes variedades dentro de mesma espécie, possuem algumas diferenças. Note-se também que gomas da mesma variedade crescem em locais diferentes produzem gomas que são caracteristicamente diferentes. Reconhecimento das diferenças nas espécies, variedades e meio ambiente é importante na produção de gomas para uma utilização final desejada (Chikamai, 1998; Yebeyen et al., 2009).

Microcelulose

Celulose microcristalina (MCC) foi descoberto em 1955 por Battista e Smith e foi inicialmente comercializada sob a marca nomear Avicell. (THOORENS, G. et al 2014).

Segundo Xiang L.Y et al (2016), A celulose microcristalina (MCC) é um dos derivados de celulose que é descrito como purificada, celulose parcialmente despolimerizada, preparado por tratamento de celulose a partir de material vegetal fibroso com ácidos minerais.

Caracteriza-se com elevado grau de cristalinidade, estão tipicamente na gama de 55% a 80%. MCC ganhou maior interesse em diversas aplicações, tais como o estabilizador, substituto de gordura e agente de texturização em alimentos indústria, aglutinante e água retentores na indústria farmacêutica, e agente de reforço na indústria de plástico. (XIANG, L. Y et al 2016)

É provável que MCC extraída a partir de diferentes partes de uma fonte lignocelulósico influencia nas propriedades físico-químicas, tais como cristalinidade, estabilidade térmica, porosidade da estrutura, área superficial

e teor de umidade. Isso provavelmente pode afetar o comportamento reológico MCC quando adicionado como agente de enchimento nos alimentos (por exemplo, sorvete e maionese) ou produtos farmacêuticos (por exemplo, creme de pele e comprimidos). (XIANG, L. Y et al 2016).

3.5 Ingredientes Funcionais como substitutos de gordura

O aumento do consumo de produtos cárneos, aliado à necessidade de produzir alimentos saudáveis com boa aceitabilidade, incrementou os estudos sobre o uso de fibras. Assim, a incorporação de componentes funcionais em derivados cárneos oferece benefícios adicionais à saúde, além da nutrição básica, o que os torna reconhecidos como alimentos funcionais (HAO; BETA, 2012). Tais produtos enriquecidos são mais saudáveis quando comparados com os convencionais, no entanto a produção de alimentos funcionais limita-se, uma vez que pode alterar as características sensoriais (DECKER; PARK, 2010; MEHTA et al., 2013).

Os substitutos de gordura são ingredientes que apresentam um valor calórico inferior à gordura e que possuem a capacidade de mimetizar as funções que a gordura confere aos alimentos, sem alterar drasticamente as características sensoriais e funcionais do produto, e estando em concordância com a legislação vigente, além de apresentar baixo custo (AKOH, 1998).

Alguns tipos de fibras têm sido avaliadas individualmente ou combinada em formulações de produtos cárneos com teor reduzido de gordura, como produtos reestruturados e emulsionados (WEISS et al., 2010).

As fibras podem ser utilizadas em produtos cárneos já que: são ingredientes que promovem benefícios à saúde, possuem baixos valores calóricos, apresentam capacidade de retenção de água, odor neutro e suas propriedades funcionais são reconhecidas. (CYRINO; BARRETO, et al., 2006)

Sendo que os nutricionistas e especialistas em dieta sugerem que 20-30% da ingestão diária de fibra deve ser composta por fibras solúveis (ELLEUCH et al., 2011; MEHTA et al., 2013).

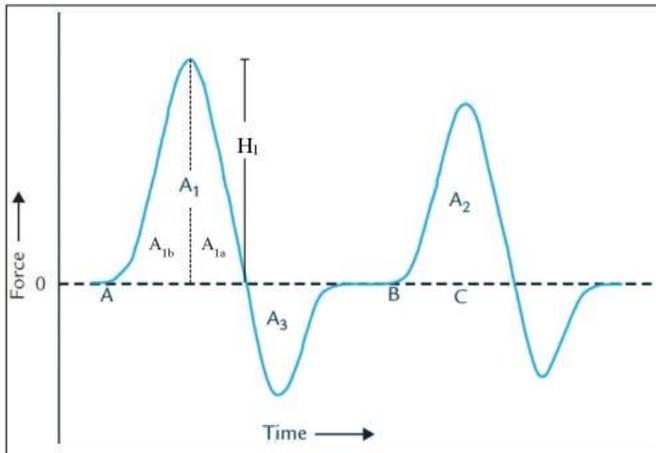
3.6 Medidas de qualidade em embutidos cárneos:

A textura, a cor e a suculência são consideradas pelos consumidores como os principais atributos de qualidade em carnes e produtos frescos (JOO et al., 2013).

Segundo Price e Schweigert, (1994), a qualidade da carne medida nos derivados cárneos, vem determinada por parâmetros funcionais como CRA, poder emulsificante, formação do gel, adesão, formação de películas, estabilidade da emulsão, separação da gordura, desenvolvimento do flavour e textura.

Segundo (BARBUT, 2015) o TPA é um método popular para medir a textura de uma grande variedade de produtos alimentícios. Figura 1.

Figura 3 - Exemplo de curva força-tempo da análise de TPA em dupla compressão.



Fonte: Adaptado de BOURNE (2002).

O cálculo dos parâmetros de textura, a partir da Figura 3, procede da seguinte forma (BRENNAN; JOWITT; MUGHSI,1970):

- Dureza ou firmeza: É dada pela pelo pico de força (N) na primeira compressão, representado na figura por H1.
- Coesividade: Compreendida como a relação adimensional entre as áreas da segunda e primeira compressão, ou seja, A_2/A_1 .
- Elasticidade: Dado pela distância entre os pontos B e C.
- Mastigabilidade: Determinada pelo produto entre firmeza, coesividade e elasticidade (N.m).

- Adesividade: Determinada pela área (m) negativa do gráfico, representada por A3.
- Resiliência: Razão entre as áreas A1b e A1a.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais

Os testes foram realizados em parceria do Laboratório de Ciência e Tecnologia de Cereais (CERES) e o Laboratório de Tecnologia de Carnes, ambos do departamento de Ciências Agrárias da UFSC. Os experimentos foram realizados em escala piloto, utilizando porções suficientes para avaliar as propriedades tecnológicas das salsichas (Perdas de peso, TPA e Cor). O perfil de textura (TPA) foi realizado na central de análises da Engenharia química e alimentos da UFSC.

4.2 Matérias-primas

Para os experimentos a matéria-prima utilizada foi exclusivamente peito de frango com sassami marca Agrogeneto compradas no mercado local em embalagens de carne congeladas de 1 kg. Na elaboração do embutido foram utilizados os seguintes ingredientes não cárneos: água, óleo de soja, sal (NaCl), amido, alho em pó, glutamato monossódico (realçador de sabor), pimenta branca, noz-moscada, coentro, eritorbato de sódio (antioxidante), tripolifosfato de sódio, nitratos e nitritos de sódio (conservantes). As fibras solúveis: inulina e goma arábica, e a fibra insolúvel: microcelulose foram utilizadas em diferentes concentrações. Como envoltório para os embutidos foi utilizado tripa de celulose.

4.3 Seleção das misturas a aplicar:

Como o proposto por outros autores (SOUSA et al., 2017), WEISS et al., (2010) no trabalho foi determinado que, 30% da quantidade total de óleo de soja presente na formulação inicial, seria substituído pela mistura das fibras. Sendo que a formulação original continha 15% de gordura, o valor máximo de fibras utilizada foi de 4,5% no total da formulação.

Para determinar as proporções de fibras misturadas na formulação da salsicha foi realizada uma modelagem de misturas com restrições (*Desing for constrained surface and mixture*). Assim, a modelagem por misturas se programou como apresentado na tabela 2:

Tabela 2 - Misturas de fibras utilizadas na formulação

Tratamento	Inulina (%)	Goma Arábica (%)	Micro celulos e (%)	Inulina (%)	Goma Arábica (%)	Micro celulos e (%)
	Valores codificados			Valores na mistura		
1	1,000	0,000	0,000	4,50	0,00	0,00
2	0,889	0,111	0,00	4,00	0,50	0,00
3	0,778	0,000	0,222	3,50	0,00	1,00
4	0,667	0,111	0,222	3,00	0,50	1,00
5	0,889	0,000	0,111	4,00	0,00	0,50
6	0,944	0,056	0,000	4,25	0,25	0,00
7	0,778	0,111	0,111	3,50	0,50	0,50
8	0,722	0,056	0,222	3,25	0,25	1,00
9	0,833	0,056	0,111	3,75	0,25	0,50

Controle	-	-	-	0,00	0,00	0,00
----------	---	---	---	------	------	------

Fonte: Autor (Proporções geradas pelo *software Statistica*)

Os limites estabelecidos para as fibras foram: Inulina ($3 \leq X1 \leq 4,5$), Goma Arábica ($0 \leq X2 \leq 0,5$) e microcelulose ($0 \leq X3 \leq 1$). No software a soma das proporções sempre foi igual a 1 ($X1 + X2 + X3 = 1$). As misturas definidas no software (valores codificados) são apresentadas na tabela 2.

4.2.1 Elaboração da emulsão base

A emulsão cárnea base (antes da adição de fibras) foi elaborada seguindo as metodologias propostas por Tahmasebi et al., (2016), com modificações. O peito de frango livre de gordura e tendões foi mantido a 4°C e cortado em pedaços cúbicos de aproximadamente 2cm de diâmetro. Foram preparados 100g de emulsão base para cada tratamento realizando a mistura de carne com os ingredientes não cárneos (sais, água, fibras, óleo, temperos, conservantes, e corantes) em emulsificador (processador de alimentos de 2 kg). A fórmula base das emulsões é apresentada na tabela 3.

A ordem de adição dos ingredientes foi a seguinte: Mistura da carne com sais (na ordem NaCl, tripolifosfato e nitrito) e 50% da água (gelo) durante aproximadamente 2 minutos (até dispersar os ingredientes), seguido da adição dos condimentos e da gordura, misturando de novo por 1 minuto. Depois, foi adicionada a mistura de fibras correspondentes a cada tratamento, seguido imediatamente da adição da água restante, misturando por 2 minutos até obter uma massa homogênea. Durante todo o processo de emulsão foi garantida uma temperatura da massa abaixo de 10 °C (começando com a carne a 4°C e substituindo água por gelo).

Tabela 3 - Formulação de emulsão para salsichas de frango com fibras como substitutos de gordura.

Ingredientes	Emulsão controle (%)	Emulsão com fibras como substitutos de gordura (%)
Carne de frango	65	65
Óleo de soja	15	10,5
Água/Gelo	15	15
Cloreto de sódio	1,8	1,8
Nitrito de sódio	0,02	0,02
Eritorbato de sódio	0,05	0,05
Tripolifosfato de sódio	0,2	0,2
Glutamato monossódico	0,25	0,25
Condimentos	1,18	1,18
Amido	1,5	1,5
Mistura de fibras (Inulina - GA – MC)	-	4,5
Total	100	100%

Finalmente, a massa da emulsão foi embalada em celulose comestível e as salsichas foram pesadas (cada tratamento separado) e conservadas em refrigeração a $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ para os futuros testes.

4.4 Perdas por Cocção (rendimentos)

As salsichas foram retiradas da geladeira e colocadas em banho maria a 60°C por 10 minutos, e aumentou-se a 80°C até atingir uma temperatura interna de 72°C . Posteriormente as amostras foram esfriadas com banho de água fria seguindo os procedimentos de HONIKEL, (1998). O excesso de umidade foi eliminado com papel absorvente e as amostras foram pesadas. O resultado foi expresso como uma percentagem de perda de peso em relação ao peso inicial (HONIKEL, 1998).

4.5 Análises do Perfil de Textura (TPA)

As propriedades texturais das salsichas cozidas foram avaliadas por ensaios de compressão utilizando um texturômetro TA.XT Plus (Stable Micro Systems Ltda. Viena, UK). Antes da análise, a salsicha foi cortada em amostras cilíndricas de 15 mm de comprimento, 20 mm de diâmetro e comprimidas duas vezes a 50% da sua altura original usando uma sonda cilíndrica de alumínio, a uma velocidade de 1,5 mm/s. Foram determinados os parâmetros de firmeza, adesividade, elasticidade, e mastigabilidade seguindo a metodologia descrita por Álvarez; Barbut, (2013).

4.6 Análise de cor

Para medir a cor das salsichas foi utilizado um colorímetro Chroma Meter CR-400 com ângulo de observação 10° e iluminante D65 (Konica Minolta, Osaka Japão), foram avaliados os parâmetros CIE - L^* a^* b^* . O valor de L^* (luminosidade) em uma escala de 0 a 100 indica a cor de preto (0) ao branco (100). O valor a^* (coordenada de cromaticidade) varia de vermelho a (+) até verde a (-), e o valor b^* (coordenada de cromaticidade) indica os valores desde amarelo b (+) até azul b (-) Seguindo a metodologia proposta pela (AMSA, 2012). A análises foi realizada diretamente sobre o corte de salsicha na parte interna do produto

4.7 Análise estatística

Os resultados de Perdas de peso, cor e perfil de textura foram submetidos a modelagem de misturas para determinar o melhor modelo matemático para cada resposta analisada e posteriormente foi realizada uma análise de variância (ANOVA) e identificada a diferença entre os tratamentos pelo teste de Tukey. Os dados foram analisados através do

software Statistica 13 considerando diferenças significativas quando $p \leq 0,05$. Todos os experimentos foram corridos em duplicata e são expressos como uma média das duas leituras.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de perfil de textura

Para todas as amostras analisadas foram conduzidos testes em duplicata do perfil de textura.

A partir das curvas de TPA podem-se calcular os parâmetros de textura de cada uma das amostras analisadas. Os valores médios dos parâmetros calculados estão na tabela abaixo.

Tabela 4. Resultado das médias das análises de textura (1V a 9C) com o controle

Tratamento	Dureza (kg)	Adesividade
1	4,98±0,50 ^a	-27,34±4,85 ^a
2	4,36±0,71 ^a	-27,02±9,42 ^a
3	4,07±1,12 ^a	-31,73±7,00 ^a
4	3,68±0,99 ^a	-28,97±10,67 ^a
5	3,94±0,78 ^a	-36,82±9,52 ^a
6	4,47±1,22 ^a	-30,21±8,12 ^a
7	4,66±0,76 ^a	-31,40±10,03 ^a
8	4,04±0,74 ^a	-25,62±7,88 ^a
9	5,04±0,55 ^a	-29,75±6,65 ^a
Controle	4,61±0,50 ^a	-31,77±6,17 ^a

* Resultados expressos como média ± desvio-padrão.

** Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 95 % ($p < 0,05$)

Segundo a ANOVA observa-se que a amostra controle não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) em relação aos tratamentos 1V,2V,3V,4V,5C,6C,7C,8C e 9C para os parâmetros de dureza, e adesividade. Akoh (1998) constatou que os substitutos de gordura possuem a capacidade de apresentar as funções que a gordura confere aos alimentos, sem alterar drasticamente as características sensoriais e funcionais do produto.

Tabela 5. Resultado das médias das análises de textura (1V a 9C) com o controle

Tratamento	Elasticidade	Mastigabilidade
1	82,80±2,54 a,b	2.365,66±350,34 a
2	81,20±2,56 a	1.723,80±415,22 a,b
3	82,38±2,86 a,b	1.908,43±495,01 a,b
4	82,60±1,72 a,b	1.647,29±439,13 b
5	82,91±2,83 a,b	1.872,55±409,59 a,b
6	81,28±2,85 a	1.984,89±500,56 a,b
7	83,19±1,06 a,b	2.134,89±457,13 a,b
8	83,62±1,97 a,b	1.872,70±374,48 a,b
9	83,76±1,70 a,b	2.359,39±220,74 a
Controle	84,89±2,98 b	2.213,13±207,79 a,b

*Resultados expressos como média ± desvio-padrão.

** Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 95 % ($p < 0,05$)

Os resultados para elasticidades dos tratamentos 2V e 6C apresentaram diferença significativa em relação a amostra controle. Segundo Pons e Fiszman (1996), valores próximos a 1 referem-se a produtos elásticos. As respostas evidenciaram a relação entre a diminuição da elasticidade e a adição da inulina, pois os tratamentos que obtiveram essas respostas possuíam as maiores quantidades de inulina.

García, Cáceres e Selgas (2006) verificaram que a incorporação desta fibra solúvel (em concentrações 2,5; 5 e 7,5 %) em mortadela com teor de gordura reduzido, diminuiu significativamente a elasticidade do produto em relação ao controle.

A mastigabilidade da amostra está diretamente ligada à dureza, coesividade e elasticidade. A dureza não apresentou diferença significativa entre os amostras, entretanto os tratamentos: 1V (maior quantidade de inulina) e 4V (com menores quantidades de inulina e maiores quantidades de microcelulose), apresentaram resultados que impactaram na resposta da mastigabilidade. Esse parâmetro remete ao tempo necessário de mastigação para desintegrar a amostra a para que a mesma possa ser engolida pelo consumidor.

De modo geral, a elasticidade e a mastigabilidade foram os parâmetros com maior discrepância em relação as demais amostras. Segundo Lawless e Heymann (1999), existe uma associação entre estes parâmetros e características sensoriais percebidas pelo consumidor.

Análise de Cor

Tabela 6. Resultado das médias dos parâmetros de cor (1V a 9C) com o controle

Tratamento	L*	a*	b*
1	78,734±0,543 ^a	0,667±0,1499 ^a	11,366±0,233 ^a
2	77,647±1,054 ^a	0,880±0,322 ^a	11,821±0,225 ^a
3	78,838±0,577 ^a	0,663±0,277 ^a	10,666±0,7911 ^a
4	78,371±0,495 ^a	0,743±0,362 ^a	11,401±0,482 ^a
5	78,792±0,527 ^a	0,906±0,085 ^a	10,486±0,469 ^a
6	78,161±0,421 ^a	0,932±0,171 ^a	11,341±0,469 ^a
7	78,399±0,470 ^a	0,780±0,225 ^a	11,371±0,377 ^a
8	78,222±0,463 ^a	0,946±0,148 ^a	10,763±0,399 ^a
9	78,369±0,200 ^a	0,793±0,240 ^a	11,238±0,221 ^a
Controle	78,941±0,274 ^a	0,904±0,122 ^a	10,398±0,311 ^a

*Resultados expressos como média ± desvio-padrão.

** Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 95 % (p < 0,05)

Aplicando teste estatístico de ANOVA os resultados obtidos não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$). Logo as fibras não impactam nas características visuais das salsichas, fomentando a possibilidade de atuarem como agente substituto de gordura sem causar variabilidade nesse parâmetro.

Perdas por cocção

Tabela 7. Resultado das médias das perdas por cocção dos tratamentos (1V a 9C) com o controle

Tratamentos	Média
1	1,55±0,33 ^a
2	2,63±1,86 ^a
3	1,59±0,04 ^a
4	1,62±0,12 ^a
5	1,64±0,21 ^a
6	2,33 ±0,01 ^a
7	1,77±0,43 ^a
8	1,99±0,75 ^a
9	2,23±0,39 ^a
Controle	2,47±0,08 ^a

*Resultados expressos como média ± desvio-padrão.

** Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 95 % ($p < 0,05$)

As amostras que possuem maiores quantidade de inulina (1V) e microcelulose (3V e 4V), em sua formulação, apresentaram melhores de resultados de retenção de umidade, segundo Cyrino et al. (2006), a capacidade de retenção de água é amplificada com a adição das fibras,

porém é possível concluir que o controle não difere estatisticamente das demais amostras a um nível de 95% de probabilidade.

Pelo fato de não apresentarem diferença significativa com o controle, é possível indicar que nos níveis avaliados as misturas de fibras não influenciam as características das salsichas e podem ser usadas como substitutos de gordura sem alterar a qualidade tecnológica do produto

6. CONCLUSÕES

A partir dos dados coletados foi possível constatar que a adição das fibras apresentaram valores muito próximos ao controle nos parâmetros de textura, cor e perda de água.

Os resultados da análise de perfil de textura com as salsichas elaboradas em diferentes concentrações de fibras não apresentaram diferenças significativas em relação a dureza e adesividade, porém nos parâmetros de elasticidade e mastigabilidade houve diferença significativa em relação a salsicha controle (15% de gordura).

No que se diz respeito às características de cor não foi evidenciado diferenças significativas nas amostras testadas.

A perda de água na cocção não apresentou diferenças significativas em relação ao controle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. American Association of Cereal Chemistry. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**. Vol. 46 (3), p.112-129, 2001

AKOH, C. C. Fat replacers. **Food Technology**, v. 52, n. 3, p. 47-53, 1998.

ÁLVAREZ, D.; BARBUT, S. Effect of inulin, β -Glucan and their mixtures on emulsion stability, color and textural parameters of cooked meat batters. **Meat Science**, v. 94, n. 3, p. 320-327, 2013.

ANVISA, **Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos IX – List de alegações de propriedade funcional aprovada** julho 2008 disponível em: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm acessado: 20/06/2016.

AMINI, R. et al. LWT - Food Science and Technology Optimization of prebiotic sausage formulation : Effect of using b -glucan and resistant starch by D-optimal mixture design approach. **LWT - Food Science and Technology**, p. 1–7, 2014.

BAIK, B.K.; ULLRICH, S.E. Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest. **Journal of Cereal Science**, v.48, p.233-242, 2008.

BARSANTI, L. Chemistry, physico-chemistry and applications linked to biological activities of β -glucans. **Natural Product Reports**, v.28, p.457-466, 2011

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000.** Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e Salsicha. Diário Oficial da União, Seção 1, Pág. 57, 05 de Abril de 2000.

BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity: concept and measurement.** 2nd ed ed. San Diego: Academic Press, 2002.

CALADO, V. MONTGOMERY, D. **Planejamento de experimentos usando o Statistica**. e-papers ed. Rio de Janeiro: [s.n.].

CYRINO, N. A; BARRETO, A. C. S. O que a Vitacel pode fazer aos embutidos. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, São Paulo, v. 352, p. 110-111, 2006.

CUMMINGS, J.H.; STEPHEN, A.M. Carbohydrate terminology and classification. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.61, S5-S18, 2007.

DECKER, E.A.; PARK, Y. Healthier meat products as functional foods. **Meat Science**, v.86, p.49-55, 2010

DEVEREUX, H. M.; JONES, G. P.; MCCORMACK, L.; HUNTER, W. C. Consumer acceptability of low fat foods containing inulin and oligofructose. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 5, p. 1850-1854, 2003.

DICKIN, E. et al. Effect of genotype, environment and agronomic management on β -glucan concentration of naked barley grain intended for health food use. **Journal of Cereal Science**, v.54, n.1, p.44-52, 2011

DOLORES ROMERO DE ÁVILA, M. et al. Rheological behaviour of commercial cooked meat products evaluated by tensile test and texture profile analysis (TPA). **Meat Science**, v. 98, n. 2, p. 310-315, 2014.

ELLEUCH, M. et al. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterization, technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry**, v.124, p.411-421, 2011.

EL KHOURY, D. et al. Beta Glucan: Health Benefits in Obesity and Metabolic Syndrome. **Journal of Nutrition and Metabolism**, v.1, p.1-29, 2012.

GARCÍA, M. L.; CÁCERES, E.; SELGAS, M. D. Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat product. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 41, n. 10, p. 1207-1215, 2006.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **The Journal of Nutrition**, v.125, p.1401-1412, 1995.

GIUNTINI, E. B. W. DE M. **Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes Fibra Alimentar**. ILSI Brasil International Life Sciences Institute do Brasil, São Paulo, Brasil. 2011.

HAO, M.; BETA, T. Development of Chinese steamed bread enriched in bioactive compounds from barley hull and flaxseed hull extracts. **Food Chemistry**, v.133, p.1320-1325, 2012.

HIROTA, W.H et al. Efeitos da temperatura e do tipo de indicador na redução de teor de monômero residual durante reações de copolimerização em emulsão. **Polímeros; Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 51-56, 2004

HUANG, S. C.; TSAI, Y. F.; CHEN, C. M. Effects of wheat fiber, oat fiber, and inulin on sensory and physico-chemical properties of chinese-style sausages. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 24, n. 6, p. 875-880, 2011.

IZYDORCZYK M.S.; DEXTER J.E. Barley β -glucans and arabinoxylans: Molecular structure, physicochemical properties, and uses in food products—a Review. **Food Research International**, v.41, p.850- 868, 2008.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; SANCHEZ-MUNIZ, F., y OLMEDILLA-ALONSO, B. Design and development of meat-based functional foods with walnut: Technological, nutritional and health impact. **Food Chemistry**, 123, 959–967.2010.

KACZMARCZYK, M.M.; MILLER, M.J.; FREUND, G.G. The health benefits of dietary fiber: Beyond the usual suspects of type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease and colon cancer. **Metabolism clinical and experimental**, v.61, p.1058-1066,2012.

KEENAN, D. F.; RESCONI, V. C.; KERRY, J. P.; HAMILL, R. M. Modelling the influence of inulin as a fat substitute in comminuted meat products on their physico-chemical characteristics and eating quality using a mixture design approach. **Meat Science**, v. 96, n. 3, p. 1384-1394, 2014.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: principles and practices**. [s.l.: s.n.].1999

LEVY, R. B. et al. Distribuição regional e socioeconômica da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil em 2008-2009. **Revista de Saúde Pública**, v. 46, n. 1, p. 06–15, 2012.

LI, C.; UPPAL, M. Canadian Diabetes Association National Nutrition Committee Clinical Update on Dietary Fibre in Diabetes: Food Sources to Physiological Effects. **Canadian Journal of Diabetes**, v. 34, n. 4, p. 355–361, 2010.

LOUBES, M. A.; FLORES, S. K.; TOLABA, M. P. Effect of formulation on rice noodle quality: Selection of functional ingredients and optimization by mixture design. **LWT - Food Science and Technology**, v. 69, p. 280–286, 2016.

LUNN, J.; BUTTRISS, J.L. Carbohydrates and dietary fibre. **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**, v.32, p. 21-64, 2007.

MANN, J.I.; CUMMINGS, J.H. Possible implications for health of the different definitions of dietary fibre. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, v.19, p.226-229, 2009

MARCHETTI, L. et al. Sodium-reduced lean sausages with fish oil optimized by a mixture design approach. **Meat Science**, v. 104, p. 67–77, 2015.

MEHTA, N. et al. Novel trends in development of dietary fiber rich meat products - a critical review. **Journal of Food Science and Technology**, p.1-15, 2013.

MEYER, D.; BAYARRI, S.; TARREGA, A.; COSTELL, E. Inulin as texture modifier in dairy products. **Food Hydrocolloids**, v. 25, n. 8, p. 1881-1890, 2011.

MIRA, G.S.; GRAF, H.; CÂNDIDO, L.M. Visão retrospectiva em fibras alimentares com ênfase em beta-glucanas no tratamento do diabetes. **Brazilian Journal of pharmaceutical Sciences**, v.45, n.1, p.11- 20, 2009.

MUDGIL, D.; BARAK, S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.61, p.1-6, 2013.

NINESS, K. R. Inulin and oligofructose: what are they? **Journal of Nutrition**, v.129, suppl., p.1402-1406, 1999

NOWAK, B.; VON MUEFFLING, T.; GROTHEER, J.; KLEIN, G.; WATKINSON, B. M. Energy content, sensory properties, and microbiological shelf life of German bologna-type sausages produced with citrate or phosphate and with inulin as fat replacer. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 9, p. S629-638, 2007.

OLIVO, RUBINSON., O mundo do frango: Cadeia produtiva da carne de frango. Editado por Rubison Olivo. Criciúma. S.C Brasil. 2006. 680 pag. ISBN: 85-905824-3-4.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnología de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. 1ª ed., Porto Alegre, Editora Artmed, p. 293, 2005.

OUEDRHIRI, W. et al. Mixture design of *Origanum compactum*, *Origanum majorana* and *Thymus serpyllum* essential oils: Optimization of their antibacterial effect. **Industrial Crops and Products**, v. 89, p. 1–9, 2016.

SOUSA, S. C. et al. Quality parameters of frankfurter-type sausages with partial replacement of fat by hydrolyzed collagen. **LWT - Food Science and Technology**, v. 76, p. 320–325, 2017.

PONS, M.; FISZMAN, S.M. Instrumental texture profile analysis with particular reference to gelled systems. **Journal of Texture Studies**, v. 27, p. 597-624, 1996

TAHMASEBI, M et al. Manufacturing the novel sausages with reduced quantity of meat and fat: the product development, formulation optimization, emulsion stability and textural characterization. **LWT- Food Science and Technology**, 68, 76–84, 2016

YOON, T.J.; SUSHRUTA, K.; HO, L.K. The effects of β -glucans on cancer metastasis. **Anti-cancer Agents in Medicinal Chemistry**, v.13, n.5, p.699-708, 2013

WEISS, J. et al. Advantages in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**, Amsterdam, v. 86, n. 1 p 196-213 2010

WOOD, P. Cereal β -glucans in diet and health. **Journal of Cereal Science**, v.46, p.230-238, 2007